

鉄筋ラチスを腹材とした横リブを有する 合成床版の静的耐荷力試験

高崎一郎*
原 昭恵**

1. まえがき

橋梁、特に鋼橋の床版としては現場打ち鉄筋コンクリート床版の採用が一般的であるが、周知のように近年現場工期の短縮、施工の安全性、維持管理の省力化などに対する厳しい要求から、その欠点を補った各種の新しい構造の採用が試みられている。それらの中で、薄鋼板を型枠としてコンクリートを打設する工法は、構造的に見て比較的鋼橋の床版として採用しやすく、さらに鋼板に床版の構造部材としての機能を持たせたいいわゆる合成床版は経済的にも優れているため種々の研究がなされている^{2)~7)}。しかし、当然のことながら桁間に敷設した薄鋼板は曲げ剛性に乏しく、コンクリート打設のために何らかの補強が必要である。一般的には床版支間方向にリブ状の鋼材（横リブ）を配置するが、この横リブは床版コンクリートを短冊状に区切るため収縮によるひび割れに不安を残し、また鉄筋の配置にも制約を受ける。

これらのことに鑑み、筆者らはラチス状に加工された鉄筋を腹材とする横リブを用いた合成床版の実用化について種々の検討を続けているが、本文ではそれに先立って行った梁としての基礎耐荷力試験について報告するものである。

なお、本構造体のラチス状鉄筋は合成床版を構成する要素としてのみならず、主桁と組み合わせて合成桁を構成させる場合のずれ止めとしての機能を合わせ持たせるべく検討を進めている。

2. 試験体と試験の方法

(1) 試験体の種類

試験体は図-1に示すごとく3種類とした。I型は横

リブフランジに平鋼を使用し、II型は丸鋼を使用したものである。ラチスの形状はいずれもワーレントラス式としてある。又、III型はフランジ材に平鋼を使用し、ラチスの形状をプラットラス式にしたものである。

I型とII型は、横リブフランジ材の断面形状の違いによるコンクリートの付着力の影響および施工性について調べることを目的としたものである。又、III型はラチス形状のちがいによるコンクリートのせん断割れの影響を調べる事を目的としている。

なお、I型、II型についてはコンクリート面側より載荷する表曲げ試験用としてI-A、II-Aと、鋼板側より載荷する裏曲げ試験用のI-B、II-Bとに区分した。III型については表曲げ試験のみとした。

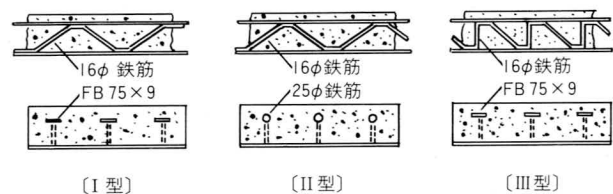


図-1 試験体の種類

(2) 試験体の製作

試験体は、I-A、I-B、II-A、II-Bについては各々2体、III-Aは1体計9体を製作した。図-2にI-Aの詳細寸法図を示す。他の型も横リブのフランジ材およびIII型におけるラチス形状以外は全く同一である。

使用材料は鋼板、丸鋼は全てSS41材とした。又、コンクリートの配合については表-1の通りである。なおコンクリートは早強コンクリートを使用したために、試験前の強度は310kg/cm²（材令7日）であったが完了後の

* 技術本部設計部長

** 技術本部技術開発部開発課長

それは380 kg/cm²（材令21日）となり、試験中において70 kg/cm²の強度の増加があった。養生は室内において1週間の湿潤養生とした。

鋼板とコンクリートとの接触面は付着力が発生せぬようにグリースを塗布した。

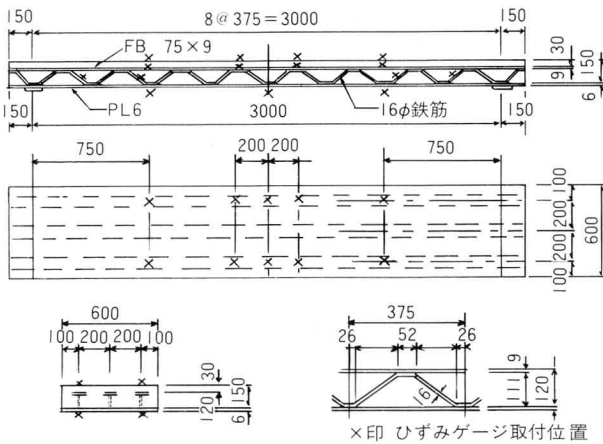


図-2 I-A型詳細図

表-1 コンクリート配合表

設計強度(7日)	270 kg/cm ²
スランプ	12 cm
水	155 kg/m ³
セメント	290 kg/m ³
細骨材	775 kg/m ³
粗骨材	1108 kg/m ³
混和材	0.725 kg/m ³
水・セメント比	53.5%

(3) 試験方法

試験に当たっては写真-1に示すごとく、門型フレームに取り付けた油圧ジャッキにより載荷し、ロードセルによりその荷重を計測すると共に、コンクリート上面、横リブフランジ、ラチスおよび鋼板に取り付けた約40個のひずみゲージにより各荷重時におけるひずみを計測した。

又、支間中央におけるたわみは試験体左右に設置した変位計により計測し、更に支点より20 cmの点でコンタクトゲージにより鋼板とコンクリートとの水平ずれ量をも計測した。なお使用したひずみゲージは、コンクリート面はKFC-30-C1-11であり、鋼板部と横リブフランジはKFC-5-C1-11、ラチス部はKFC-2-C1-11である。ゲージの取付け位置は図-2に示した。

3. 試験結果

図-3~20に各型の試験結果を各部位ごとにまとめた。

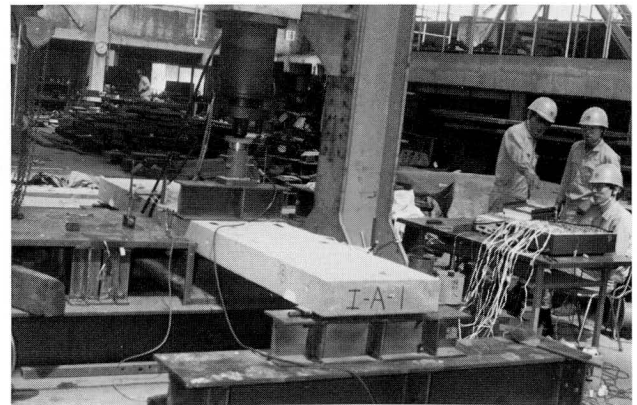


写真-1 載荷試験全景

コンクリート、横リブフランジ、鋼板については、載荷荷重によるその位置での曲げモーメントと、試験により得た応力度の関係をプロットしたものであり、ラチス部は載荷荷重と応力度の関係をプロットしたものである。実際の計測は載荷荷重0.5 tごとにしたが、複雑さを避けるため図化にあたっては4 tきざみとしてある。

曲げモーメント-応力度関係図(図3~15)中の直線は、鋼とコンクリートのヤング係数比を $n=7$ とし、横リブフランジおよび鋼板の断面を上下の鉄筋断面と仮定して複鉄筋RC断面の計算式によりもとめた理論値である。又、図-16~20中の直線は、コンクリートを無視したラチス梁の載荷荷重に対する理論値である。

表-2にコンクリートと鋼板の水平ずれ量の1例を示した。

表-2 水平ずれ量

タイプ	荷重				最大荷重	残留ずれ
	5.0	10.0	15.0	20.0		
I-A-1	0.031 0.033	0.087 0.109	0.156 0.198	0.236 0.274	t 22.5	0.085 0.075
II-A-1	0.023 0.034	0.083 0.087	0.153 0.150	0.242 0.224	t 21.5	0.090 0.074
III-A-1	0.013 0.039	0.069 0.072	0.111 0.114	0.164 0.166	t 21.0	0.040 0.040
I-B-1	0.036 0.052	0.065 0.094			t 10.8	0.018 0.025
I-B-1	0.023 0.046	0.027 0.045			t 8.5	0.009 0.005

4. 考察

図-3~20に示した試験結果から判断される通り、本試験体群各部の応力度は横リブフランジと鋼板の断面を上下の鉄筋と考えて複鉄筋RC断面として算出した理論値に可成り良く一致する。リブフランジの形状の違いに起因すると考えられる差異は特に認められないが、ラチスの形状に関してはプラットラス形式(III型)よりもワーレントラス形式(I、II型)の方がやや理論値に近い結

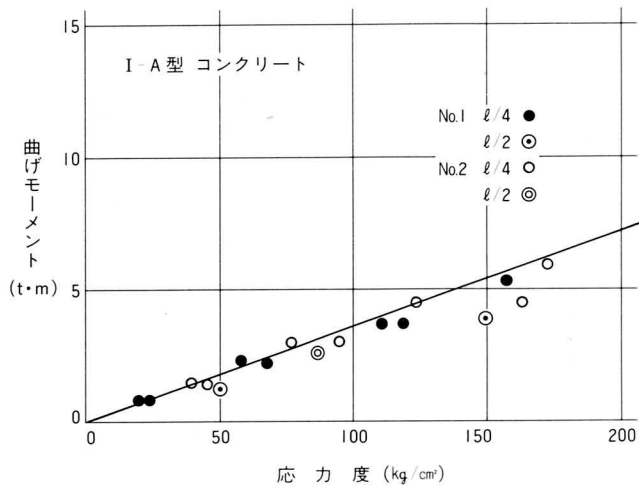


図-3 I-A型 コンクリート

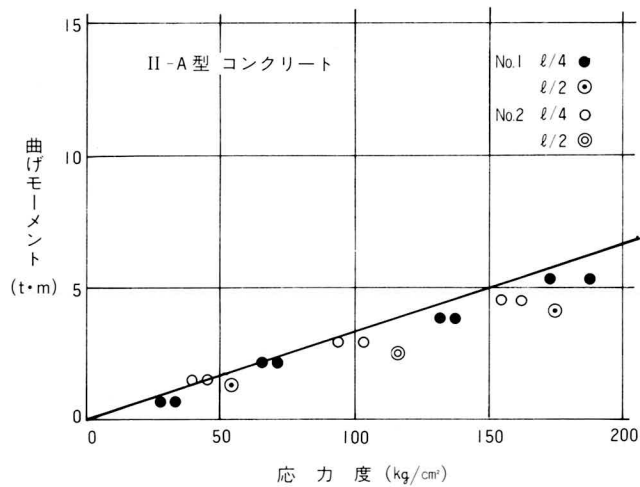


図-6 II-A型 コンクリート

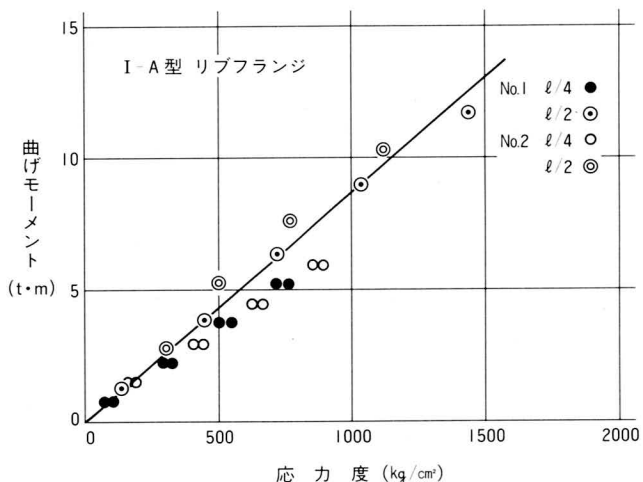


図-4 I-A型 リブフランジ

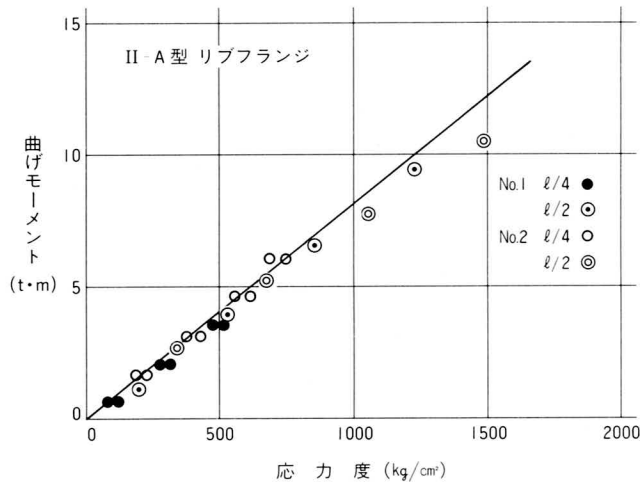


図-7 II-A型 リブフランジ

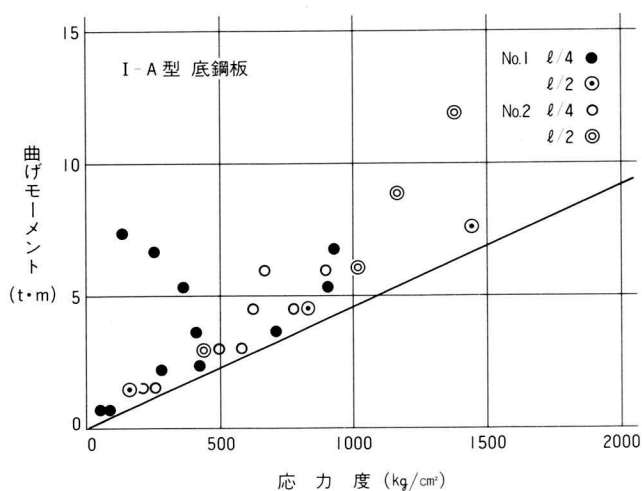


図-5 I-A型 底鋼板

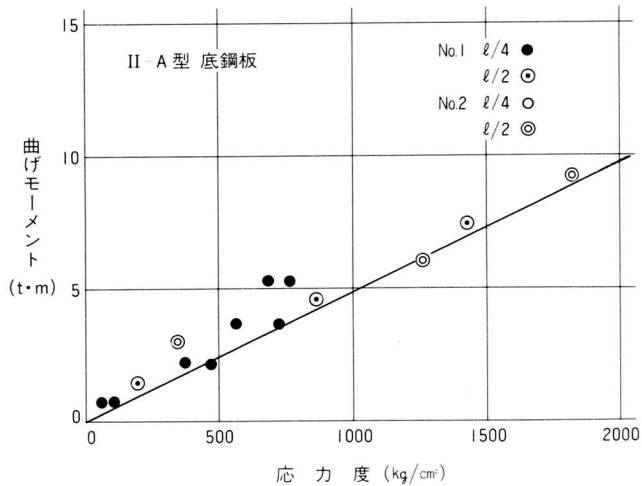


図-8 II-A型 底鋼板

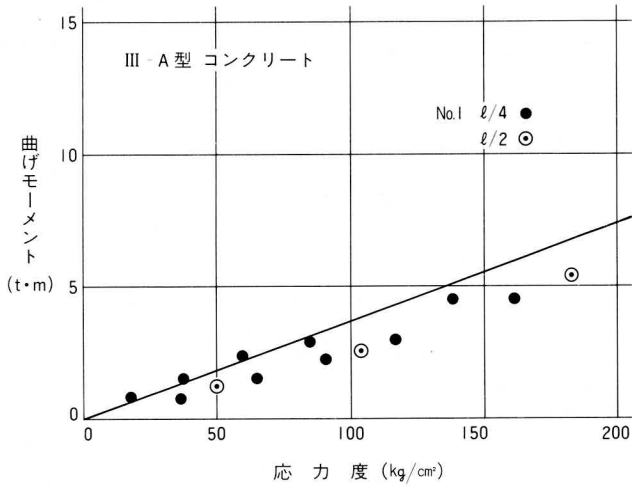


図-9 III-A型 コンクリート

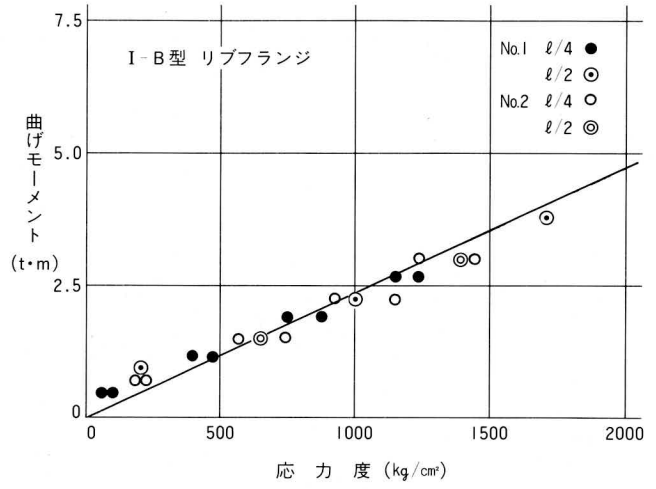


図-12 I-B型 リブフランジ

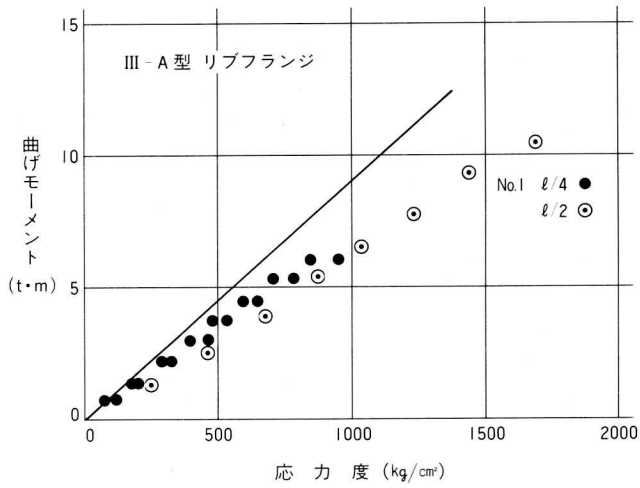


図-10 III-A型 リブフランジ

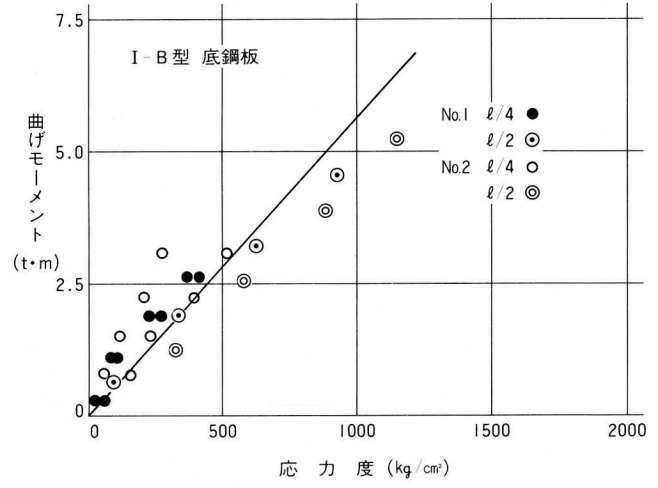


図-13 I-B型 底鋼板

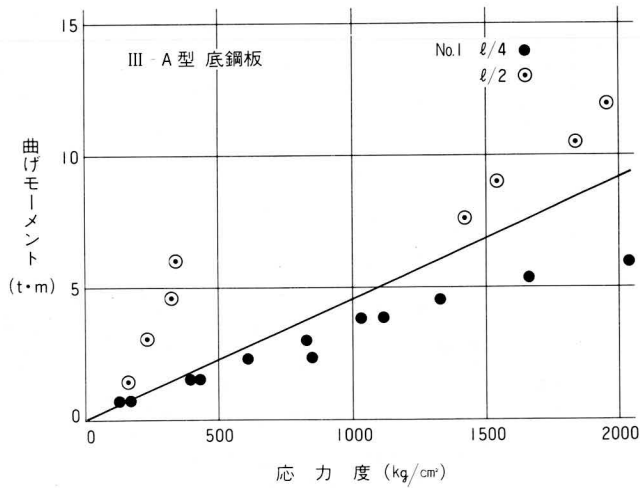


図-11 III-A型 底鋼板

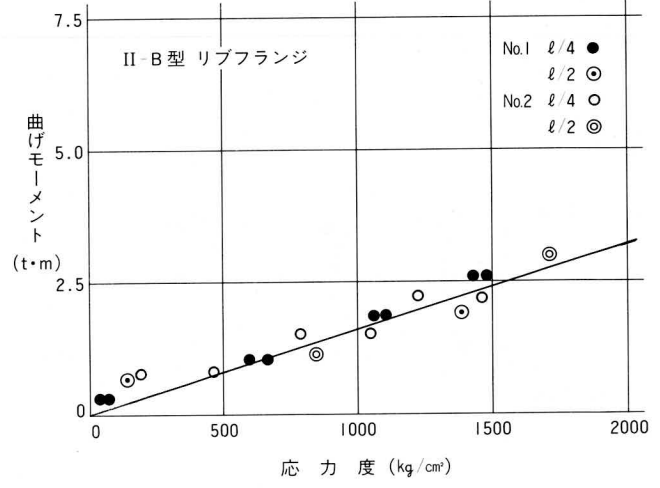


図-14 II-B型 リブフランジ

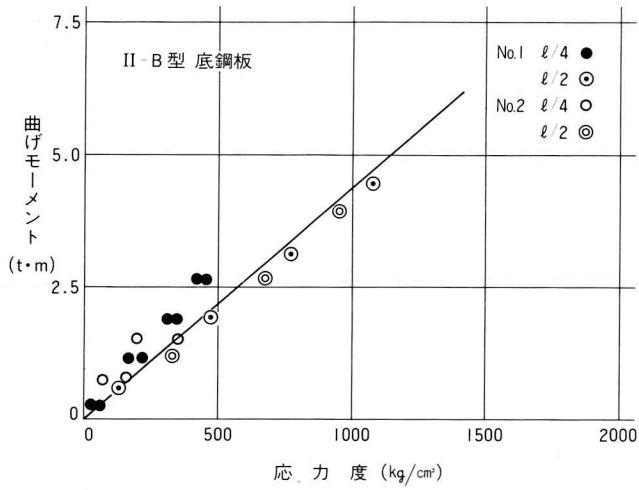


図-15 II-B型 底鋼板

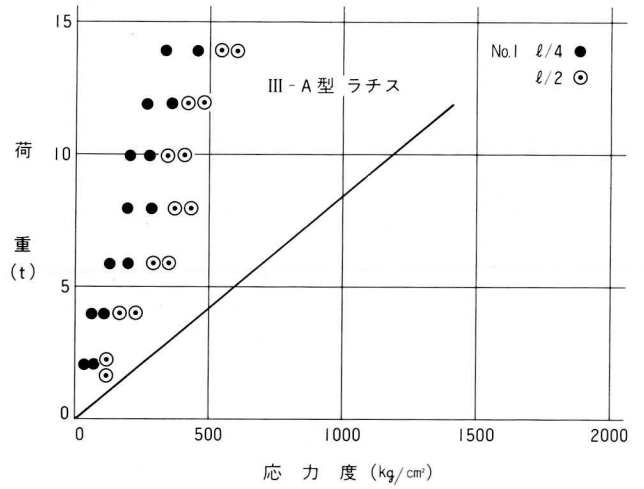


図-18 III-A型 ラチス

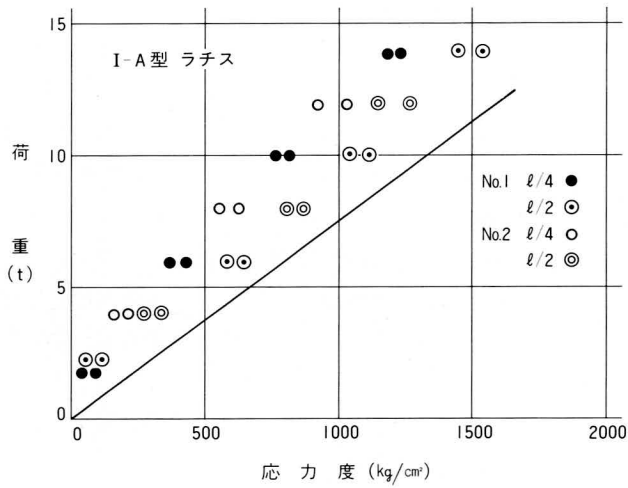


図-16 I-A型 ラチス

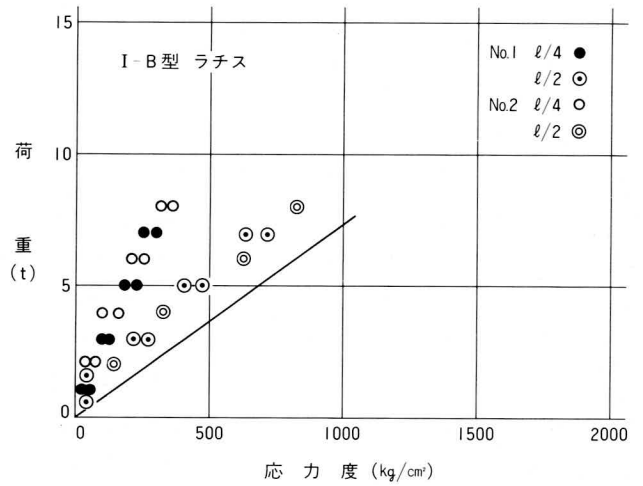


図-19 I-B型 ラチス

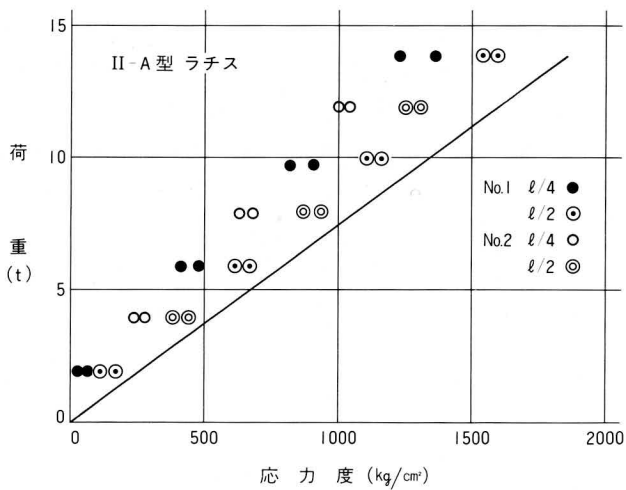


図-17 II-A型 ラチス

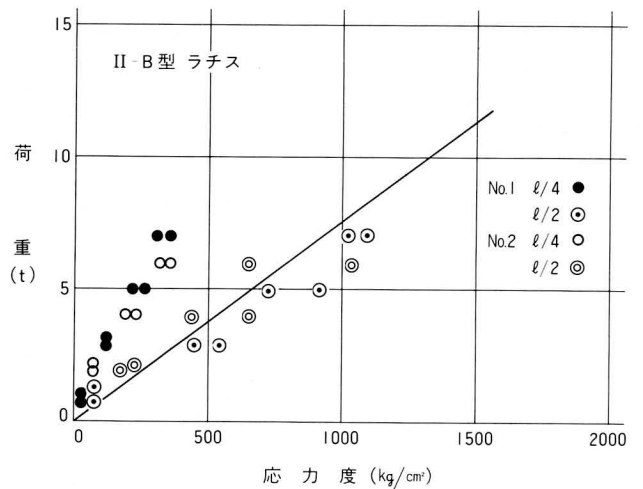


図-20 II-B型 ラチス

果を示している。いずれの型式にしてもフランジおよび鋼板への溶接代のために鉄筋には水平部分を設けなければならず、もしコンクリート硬化前の荷重（施工時の揚重機等）に対してせん断耐力の面から不安があるとすれば、相隣るリブのトラスピッチを少しずらすことで対応可能であろう。裏曲げ（負モーメント）に対する試験、I-B、II-Bについても圧縮部コンクリート断面の減少のために耐荷力は減少するものの、やはり複鉄筋RC断面としての理論値に良く一致している。ラチス鉄筋の応力度はコンクリートの存在を無視して計算した理論値と大きく異なった測定結果を示しているが、この原因として次の二つのことが想像される。

- ①斜め引張に対しコンクリートが抵抗すること。
- ②鋼板とコンクリートの付着がないため、ずれ止め作用による鉄筋の曲げが生じていること。

元々、床版として使う場合にはラチスに複鉄筋としての作用を余り期待する必要はなく、主としてコンクリート硬化前の施工時の荷重と合成作用の確保に着目すべきであるから、これらの測定値は参考までに掲げた。

最終耐荷力は正の曲げに対して20~22t（15~16.5 t・m）で、コンクリートの圧壊によって破壊している。また、負の曲げに対しては8~10t（6~7.5t.m）でリブフランジの降伏によって破壊している。斜めひび割れは殆ど生じていない。通常、RCの梁では急激な破壊を避ける意味でコンクリートの圧壊によって最終耐荷力が定まることは好ましくないとされているが、本試験のような構造体では鋼板とリブフランジの断面積が本質的に異なるので止むを得ない。むしろ安全率の考え方でカバーすべきであろう。

なお、図中に示す理論値は便宜上鋼とコンクリートのヤング係数比が一定として扱っているため、荷重の増大に伴って測定値との離れが大きくなっている。コンクリートの非線形性を考慮して扱えばさらに良い一致を見るものと思う。

最後に、ラチスのずれ止めとしての機能については単に梁端部における鋼板とコンクリートの残留ずれ量を測定したに過ぎないが、いずれの試験体も0.1mmを超えるものはなく、また全体の破壊後の外観にも全く変状が認められなかった。既に報告した通り⁸⁾ラチス状鉄筋単体としてのずれ止め機能は十分確認されているが、本試験体のラチスは個々の斜め鉄筋がリブフランジによって連結されており、一種の応力再配分効果によって全体のずれに対する剛性が高くなっていると想像される。

5. あとがき

鉄筋ラチスを腹材としたリブを有する合成床版を想定し、その基礎耐力を求める目的で行った梁としての静的試験の結果について報告した。

試験の結果は概ね予想通りであり、その応力状態はリブフランジと鋼板を上下の鉄筋と見做すことによってRC断面として説明出来ることが判った。

この構造の実用化に当たっては

- ① リブ直角方向の配筋方法と版としての耐荷力の確認
- ② 疲労性状とその耐荷力の確認
- ③ 量産に向けてのラチスの加工方法、ならびにその溶接工法の開発
- ④ 張り出し床版部を含め、部材間の継手構造の開発
- ⑤ ラチス鉄筋に主桁構造のずれ止めとしての機能を合わせ持たせた時の耐荷力の確認

などが急務であると考えている。

〈参考文献〉

- 1) 中島；道路橋における各種の合成床版について、日本鋼構造協会・創立20周年記念大会研究集会テキスト；昭和60年7月
- 2) 合成床版のいくつかの問題点、鋼とコンクリートの合成構造に関する調査研究報告書；土木学会構造工学委員会、鋼・コンクリート合成構造小委員会；昭和58年3月
- 3) 関口・宍戸；鋼製型枠合成床版の多点移動繰返し疲労性状；都土木研年報；昭和59年
- 4) 岡本・前田・梶川・渡辺；鋼・コンクリート合成床版の静的載荷試験；土木学会第39回年次学術講演概要集第1部；昭和59年10月
- 5) Max L Porter；Analysis of Two-way Acting Composite Slab；J of ASCE.；Jan1985
- 6) 広瀬・堀川・園田；鋼製枠補強コンクリート合成床版の静的強度-付着せん断強度；土木学会、第36回年次学術講演会講演概要集第1部；昭和56年10月
- 7) 新津・大貫・浅島・落合；鋼製型枠合成床版を用いた合成桁の設計・施工；橋梁と基礎；1980年11月
- 8) 高崎・鬼頭・原；縦リブを利用したずれ止め構造の耐荷力試験；宮地技報NO.1；1985年